XW-VG7300
运动姿态测量系统

用户手册

北京星网宇达科技开发有限公司
Beijing Starneto Technology CO.Ltd

目　录

一、简介
产品概述 …… 3
产品工作框图 …… 3
应用领域 …… 4
产品特点 …… 4
内部算法 …… 4
二、技术指标 …… 5
三、安装测试
坐标说明 …… 6
接口定义 …… 6
软件说明 …… 7
安装测试 …… 7
四、数据协议
计时器及时延 …… 10
数据格式 …… 11
测量数据的解码 …… 12
控制命令 …… 13
测量数据解码的C-程序例乘 …… 13
五、机械规格 ……16
六、安全说明…… 17
七、技术支持…… 17

简介

产品概述

VG（Vertical Gyroscope）又称垂直陀螺，用于动态环境下对载体横滚角和俯仰角的测量。

XW-VG7300由北京星网宇达科技开发有限公司研制并生产，采用三个正交安装的高精度光纤陀螺和三个正交安装的石英加速度计，内置高精度温度传感器，通过滤波、24位A/D转换、起始误差和轴向偏差的补偿，利用先进的DSP算法，最后以100Hz的更新速率稳定输出载体的惯性观测量、姿态角、温度等参数。极大地拓展了惯性应用的领域和空间，为我们的客户提供了全面完善、高性价比的解决方案，是用于海、陆、空多种环境下新一代理想的高精度高可靠性的运动姿态测量系统。

产品工作框图

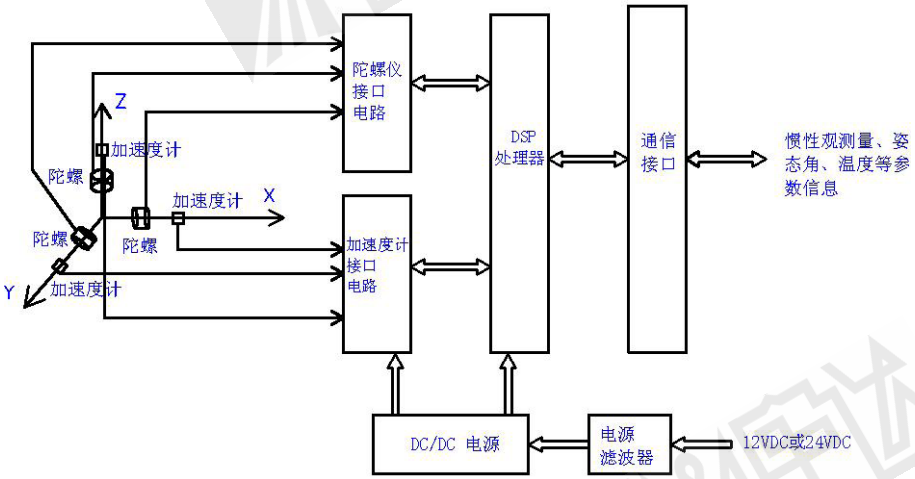

图1. 产品工作框图

应用领域

- 无人机的飞行姿态控制
- 通信天线的调平及稳定
- 平台稳定
- 车辆组合导航和动态测量
- 机器人的姿态控制
- 石油钻探与采矿等

产品特点

1、高精度并行数模转换：采用24-位的A/D 转换器，使结果精度远大于惯性传感器的精度水平。同时，A/D 转换器的采样率至少是惯性传感器带宽的4倍，以使之能够保持惯性传感器的固有频率。6路通道高速采集，可实时接收加速度计和陀螺仪及温度传感器的信号，保证了数据采集的一致性。

2、全量程的内部温度补偿：采用独特的算法对XW-VG7300做全量程的温度补偿，使之在不同的温度和环境下达到同样的工作性能。这些补偿用于零点漂移，比例因子和安装误差校准。

3、抗干扰设计：XW-VG7300 在硬件上采用了电源隔离技术和差分电路设计技术，使微弱的信号得以放大，有效提高了产品的抗干扰特性。

4、动态姿态计算和偏差估计：由特有的全量程±180° 的姿态算法，和适当增益的6-态Kalman 滤波器，在高度动态的环境中可得到最佳的性能。

内部算法

XW-VG7300通过A/D转换和RS-232输出实现信号的数字化处理。在XW-VG7300内部采用了一些算法来提高性能：

◆ 抗干扰滤波器。由于陀螺仪和加速度计的采样数据通过模-数（A/D）转换输出，使模拟滤波器工作在采样频率的$^{1}/_{4}$～$^{1}/_{2}$带宽处可避免输出的干扰。

◆ A/D转换器。在经过抗干扰滤波器后，信号被送入A/D转换器。它安装在陀螺仪和加速度计的附近，以减少系统的总体噪声，得到最稳定的结果。

◆ 低通滤波器。该滤波器用于抑制惯性传感器内部固有的，或因振动等产生的高频噪声。

◆ 全量程温度补偿。XW-VG7300在-30℃～+70℃的温度范围内做过多种测试，并对传感器的零点、比例因子漂移和因温度变化造成机械结构改变而带来

的校准差进行了补偿。内置的温度传感器用于指示准确的补偿表，以修正陀螺测量输出。

◆ 四元素法姿态确定。因为四元素法姿态确定的计算效率高，而且可以很好的与旋转建立关联，所以对VG使用四元素法姿态确定。

◆ Kalman滤波估计。适当增益的6态Kalman滤波器可估计出角度误差和角速率偏差。偏差修正后的陀螺输出产生很小的角度漂移，从而得到最优的性能。

技术指标

星网宇达一直致力于改进并更新其技术，如果想了解产品的最新技术说明，请访问公司网站http://www.3dgps.com.cn

激活时间		≤15s
姿态精度	静态初始化时间	＜1min
	静态（1σ）	＜0.08°
	动态（1σ）	＜0.8°
适用范围	横滚	±180°
	俯仰	±90°
	角速率	0～±300°/s
	加速度	±10g
光纤陀螺仪	零偏	≤0.03°/s
	零偏稳定性	≤0.0008°/s
	零偏重复性	≤0.01°/s
石英加速度计	零偏	＜1mg
	零偏稳定性	＜0.03mg
	零偏重复性	0.3mg
输出速率		100 Hz@115200波特率
可靠性（预期）		10k 小时 MTBF
使用环境	工作温度	-30° C ～+70° C
	随机振动	5g @ 20～2000 Hz
	冲击	30g（11ms,1/2 sine）
物理特性	体积	143×119.5×75 （L×W×H，mm）
	重量	＜1.5kg
	电源	12VDC、24VDC（可选），功耗≤9W

表1.XW-VG7300指标说明

安装测试

这一章节主要介绍如何连接、安装测试XW-VG7300及相关要求。包括电源接口、坐标定义和软件说明等。

坐标说明

将XW-VG7300平放在一平面上，面向XW-VG7300的接口，则正前方为Y轴，正上方是z轴，X轴的确定符合右手坐标系的规则，即在本地航向坐标系中被认为是东-北-天坐标。

当加速度的方向与相应坐标轴的正向一致时为正。角速率传感器的分布与坐标轴一致。速率传感器测量给定轴的旋转角速率，旋转的正方向由右手定则确定。例如，将XW-VG7300静置于一水平台上，能测得x轴向和y轴向的加速度为0g ，而z轴向的加速度为1g ；如果使XW-VG7300在水平面上顺时针转动，可以在z轴得到负的角速度，而x轴和y轴的角速度为零。

接口定义

IMU 针号	定义
1	1PPS
2	Rx
3	Tx
4	1PPS的地
5	串口信号地
6	电源输入
7	电源地

表2. 接口定义

XW-VG7300的数据电源线的接头是密封的航空插头，对准主机上航空插座，轻推插头，即可连接上设备；将插头回拉即可断开连接。

ⓘ XW-VG7300的额定工作电压为12VDC，虽然XW-VG7300在9～15VDC的直流电压区间都可以工作，但建议电源应稳定在12VDC。

⌦ 超过15VDC的直流电压将会损坏XW-VG7300，所以用户必须确保所使用的电源具有过流保护。在车载系统中请特别注意，因为可能产生远远超过15V的尖峰脉冲。

★考虑到用户部分安装环境的特殊电气要求，XW-VG7300也可改为24VDC（18～36VDC）供电，如有此需求，请在订货前告知。

软件说明

任何可与RS-232端口兼容的软件都能和XW-VG7300建立通信，随光盘附带的“XW-IMU V1.0惯性测量系统”软件可以演示XW-VG7300的功能并对其进行测试。

运行“XW-IMU V1.0惯性测量系统”软件所需的计算机配置要求如下：

CPU Pentium级

内存：＞32MB

硬盘空间：＞1GB

操作系统：基于Windows 32位操作系统，如Windows 2000/ 2003/XP

“XW-IMU V1.0惯性测量系统”不需要安装，使用时直接将光盘中的‘XW-IMU V1.0’文件夹拷贝到PC机的硬盘上即可。

安装测试

1、备好直流稳压电源或蓄电池或电池组（12VDC）、笔记本电脑、测试载体、XW-VG7300和数据电源线缆。

2、将XW-VG7300主机安装在测试载体上。

⌦XW-VG7300安装时，应注意将其安装面平行于载体的基准面，并使XW-VG7300的X-Y-Z轴和载体的X-Y-Z轴一一对齐且保持一致。XW-VG7300轴向校准误差在0.1°以内，为使其测量精度达到表1所列的性能指标，XW-VG7300和载体的安装误差应小于0.1°。

3、将数据电源线航空插头一端连接到XW-VG7300主机的航空插座，将DB9接头连接到笔记本电脑的串口。

4、将12VDC电源连接到数据电源线的电源接头上，注意区分两根引线的极性，并分别用绝缘胶带进行防护，防止短路。

5、检查各个连接位置，确保各接点均连接正确，电源引脚极性无颠倒。

6、打开电源并在笔记本电脑上运行“XW-IMU V1.0”软件：

1）设定串口号和波特率：

在菜单栏“传感器”⇨“串口设置”中，选择与传感器相连的适当的串口及波特率（XW-VG7300波特率为115200）。

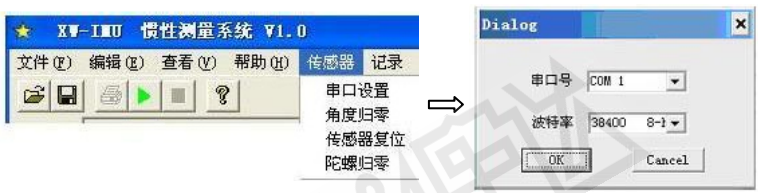

图2. 设置串口和波特率

选定后在工具栏点击“PLAY”键（绿色三角形按钮）后，“XW-IMU V1.0”会自动搜索传感器的信息，并在显示界面底部状态栏立即显示出该设备的通信端口、波特率、产品型号、陀螺仪及加速度计的详细信息。

ⓘ 如在点击“PLAY”键后，状态栏没有显示上述信息或没有输出数据，请检查连接RS-232端口线缆是否松动，并检查设定的波特率是否与IMU内部设定的波特率相一致。

2）查看输出数据：

在成功取得与传感器的通信后，用户可以通过点击‘显示窗口’左侧三个‘界面切换按钮’来切换显示方式：

Graph：显示计算结果的惯性量和姿态角的变化曲线；

Nav：　模拟仪表方式显示计算结果的姿态角；

Meas：　显示采集数据的即时曲线。

点击工具栏上的“PLAY”（绿色三角形按钮）或“STOP”（红色方形按钮）可以启动或停止所选择的相应界面的数据输出。

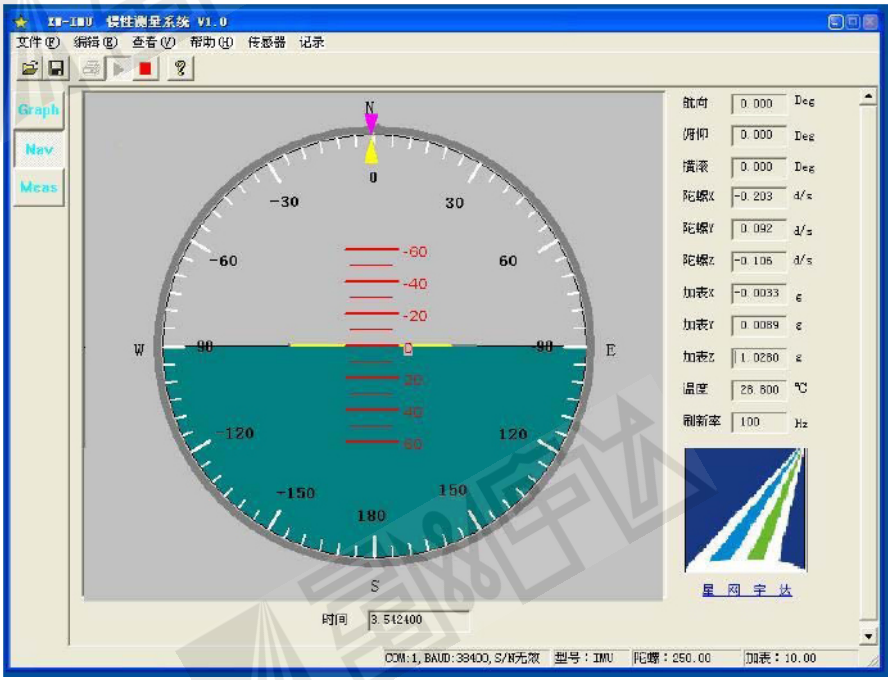

图3. Nav界面

3）数据记录：

在菜单栏选择“记录”进行数据保存。用户可根据需要灵活选择“新建文件”、“开始记录”、“暂停记录”和“停止记录”。显示界面底部的状态栏会显示载入状态。

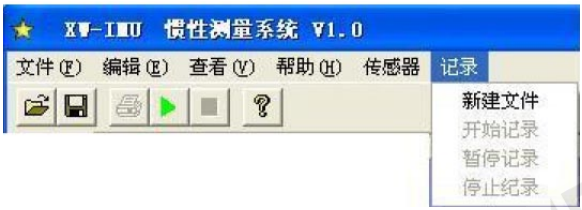

图4. 数据记录

4）复位：

惯性产品精度高，使用方便，但其随着时间积累而产生的漂移却是无法消除的，因此，我们特意设置了传感器复位、归零等相应操作按钮，最大程度的保证了惯性测量单元的精度指标，提高了用户使用的效率。

在菜单栏“传感器”项中，可根据具体情况进行“角度归零”、“传感器复位”、和“陀螺归零”的操作。

图5. 复位

数据协议

计时器及其时延

XW-VG7300内部有一个0.8微秒的计时器。计时器计数从0到2^{16}，然后开始新的周期（高位溢出后继续）。每个数据周期中，在读取内部计时器之前和之后，分别对两组惯性测量数据进行采样，然后将得到的数据做数字滤波并封装；惯性测量数据和计时器、温度通过XW-VG7300的RS-232口送出。

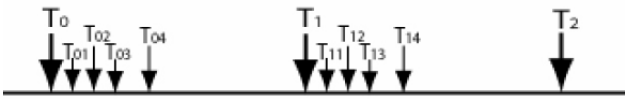

图6. XW-VG7300的时序

图6所示为XW-VG7300的时序。T0是周期的起点。从T0到T01为0.1ms，实现第一组数据的采样；从T01到T02为0.06ms，读取内部计时器；从T02到T03为0.1ms，实现第二组数据的采样；从T03到T04进行滤波并封装数据，对VG为2.35

ms，而从T04到T1则通过RS-232口输出封装后的数据，对VG为8.6ms（波特率为115200），详见表3。

波特率	T0～T02 (ms)	T02～T04 (ms)	T04～T1 (ms)	时延 (ms)	输出速率 (Hz)
115200	0.16	2.45	5.99	8.6	115

表3. XW-VG7300 计时器、时延、输出速率

ⓘ 对XW-VG7300，不必做滞后补偿而直接输出原始时序标记的测量数据，即可满足大部分应用的实时要求。对实时性有特殊需求的，可通过调整惯性测量的变化率来修正输出滞后。

数据格式

XW-VG7300在内部计时器的作用下，以给定的波特率通过RS-232同步输出测得的横滚、俯仰、三轴加速度和角速率。XW-VG7300的测量数据封装为27位，其定义见表4。

数据为 Little Endian 格式。即低位（LSB）字节在先。

字节	类型	定义
0	INT8U	字头，0xAA
1	INT8U	0xA9
2～5	INT32S	计时器
6～7	INT16S	横滚角
8～9	INT16S	俯仰角
10～11	INT16U	航向角
12～13	INT16S	陀螺仪x轴
14～15	INT16S	陀螺仪y轴
16～17	INT16S	陀螺仪z轴
18～19	INT16S	加速度计-轴
20～21	INT16S	加速度计y轴
22～23	INT16S	加速度计z轴
24～25	INT16S	温度
26	INT8U	检验和

表4. XW-VG7300数据格式

测量数据的解码

XW-VG7300测量数据封装中，起始的字头位和最后的校验位用于同步通信。数据位分配给计时器、陀螺仪的三个测量数据、加速度计的三个测量数据和温度。具体为：

- 字头：INT8U。十六进制的常数，0xAA。

- FLAG：INT8U。b1b0 定义了产品类型：b1b0 =2 为VG；
  b3b2 定义了加速度计的量程：b3b2 = 2 为10g；
  b5b4 定义了陀螺仪的量程：b5b4 = 2 为300°/s；
  b7b6 定义了陀螺仪的类型：b7b6 = 2 为FOG。

- 时间测量：INT32S。测量数据包的计时指示。每个测量周期中，计时器不断递增，满值为2^{32}，超过满值溢出并从零开始。计时器的单位为10毫秒。数据周期间的时间间隔的计算：MEAS * 0.01s。

- 横滚测量数据：数据类型为INT16S。从测量值到测量角速率的转换为：MEAS /100，而其值为0～±180。

- 俯仰测量数据：数据类型为INT16S。从测量值到测量角速率的转换为：MEAS /100，而其值为0～±90。

- 航向测量数据：数据类型为INT16U。从测量值到测量角速率的转换为：MEAS /100，而其值为0～360。(该项数据为陀螺积分结果,仅供参考)

- 陀螺仪X轴测量数据：数据类型为INT16S。从测量值到测量角速率的转换为： MEAS*300/32768。

- 陀螺仪Y轴测量数据：数据类型为INT16S。从测量值到测量角速率的转换为： MEAS*300/32768。

- 陀螺仪Z轴测量数据：数据类型为INT16S。从测量值到测量角速率的转换为： MEAS*300/32768。

- 加速度计X轴测量数据：数据类型为INT16S。从测量值到测量加速度的转换为：MEAS*10/32768。

- 加速度计Y轴测量数据：数据类型为INT16S。从测量值到测量加速度的转换为：MEAS*10/32768。

❖ 加速度计Z轴测量数据：数据类型为INT16S。从测量值到测量加速度的转换为：MEAS*10/32768。

❖ 温度测量：INT16S。从测量值到测量温度的转换为：MEAS/10℃。

❖ 检验和：INT8U。按字节从FLAG 到最后的温度测量的无符号的累加和，校验和为最低的一个字节。

控制命令

XW-VG7300可接收外部命令，控制命令见表5：

命令	响应	定义
‘C’或‘c’	‘ACK’	输出连续数据的命令。XW-VG7300 在得到这个命令以后，会响应‘ACK’并连续输出数据。
‘P’或‘p’	‘ACK’	暂停数据输出的命令。XW-VG7300 在得到这个命令以后，会响应‘ACK’并停止输出数据。

表5. XW-VG7300的命令

测量数据解码的C-程序例乘（仅作参考）

源码样本

```
/*For BIG_ENDIAN, MSB first byte, LSB last byte, else LSB
  first, MSB last */

#pragma pack (push, 1)

#define RECSIZE  22
#define HEADER   0xAA
#define SCALAR   32768
#define G_S   200
#define A_S   5
#define ANG_S 0.01
#define Te_S 250
#define Ti_S  0.0000008

typedef struct
{
#ifdef  BIG_ENDIAN
   unsigned char FLAG_TGyro  :2;
   unsigned char FLAG_RGyro  :2;
   unsigned char FLAG_RAcc   :2;
   unsigned char FLAG_YType  :2;
#else
   unsigned char FLAG_YType  :2;
   unsigned char FLAG_RAcc   :2;
   unsigned char FLAG_RGyro  :2;
   unsigned char FLAG_TGyro  :2;
#endif
   unsigned short  timer;
   short  angle[2];
   short  gyro[3];
```

```
    short  acc[3];
    unsigned short  temp;
} VG_DATA_STRUCT vg_data;

typedef struct
{
    double  time;
    double  angle[2];
    double  gyro[3];
    double  acc[3];
    double  temp;
} VG_MEAS_STRUCT vg_meas;

#pragma pack (pop)
      ……
      ……
      ……

/*main entry of the routine*/
void main()
{
  unsigned short oldTimer=0;
  double dTime = 0;

  if(DecodeVG())
  {
    for(int i=0; i<3; i++)
    {
      if(i<2)
        vg_meas.angle[i] = vg_data.angle[i]*ANG_S;
      vg_meas.gyro[i] = vg_data.gyro[i]*G_S/SCALAR;
      vg_meas.acc[i] = vg_data.acc[i]*A_S/SCALAR;
    }
    vg_meas.temp = vg_data.temp*Te_S/SCALAR–273;
    if(oldTimer !=0)
    {
      if(vg_data.timer>=oldTimer)
        dTime=(vg_data.timer-oldTimer)*Ti_S;
      else
        dTime=(vg_data.timer+65536-oldTimer)*Ti_S;
      oldTimer = vg_data.timer;
      vg_meas.time += dTime;
    }
  }
}


/*Decoding the VG data*/
BOOL DecodeVG()
{
  unsigned int State=0, Count;
  unsigned char chr, checkSum, *PacketBody=&vg_data;

   while( True)
   {
    switch( State)
    {
     /*waiting for header field*/
     case 0:
             /*no data available, return*/
      if(!ReadFile(hCom, chr, 1, NULL, NULL));
          return False;

      /*if not header, skip char*/
      if( chr!=HEADER)
          break;
      State = 1;
      Count = 0;

     /*Receiving packet body*/
     case 1:
      /*no data available, return*/
                if(!ReadFile(hCom, chr, 1, NULL, NULL));
        return False;
```

```
        PacketBody[Count++] = chr;

      /*One data package*/
       if(Count >= RECSIZE)
       {
          Count--; /*checksum not counted*/
          Checksum = CalcChecksum(PacketBody, Count);

          /*Checksum correct?*/
          if(PacketBody[Count]== checksum)
          {
                        State = 0;
#ifdef  BIG_ENDIAN
             SwapShort(PacketBody, 8);
#endif
             return True;
          }
           /*Something wrong*/
                      else
                      {
            return False;
          } /*end of checksum*/

        }  /*end of RECSIE*/

      } /*end of switch*/

    } /*end of while*/
}


/*Calculate the checksum of the sized data*/
unsigned char
CalcChecksum(unsigned char *Packet, int Size)
{
    unsigned char Sum = 0;

    for(int i=0; i<Size; i++)
                  Sum += *Packet++;
    return Sum;
}


/*Swap the high and low byte*/
void SwapShort(unsigned char *Packet, int Size)
{
    unsigned char chr;

    for( i=0; i<Size; i++)
    {
       chr = Packet[2*i];
       Packet[2*i] = Packet[2*i+1];
       Packet[2*I+1] = chr;
    }
}
```

机械规格

图12和图13分别从侧视和俯视定义了XW-VG7300的外部尺寸。固定螺钉为M6。

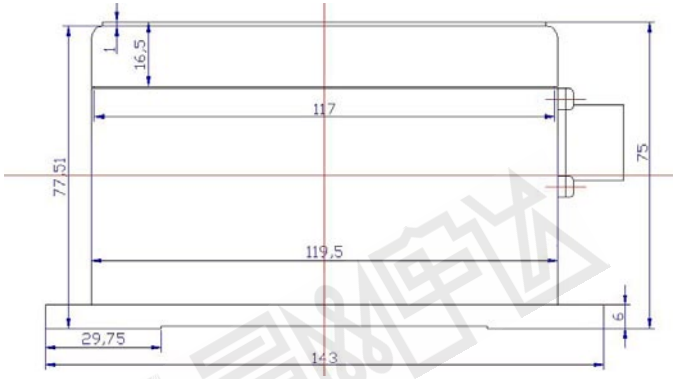

图12.XW-VG7300的侧面尺寸

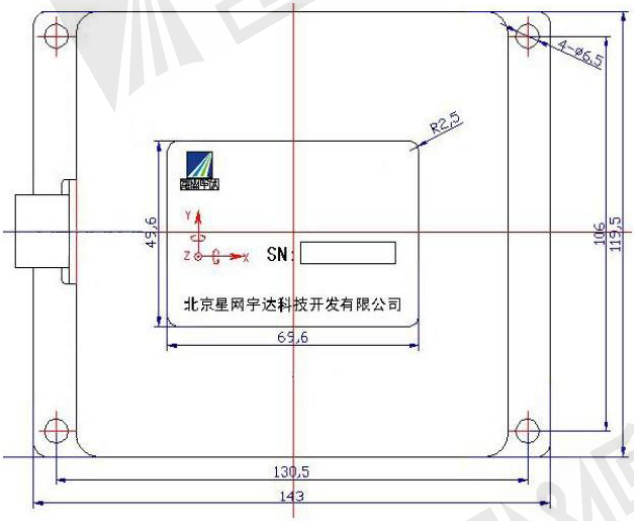

图13.XW-VG7300的俯视尺寸

安全说明

运送

不论是铁路运送还是海运、空运，都应该用产品原始包装，并避免严重碰撞。

维护

在使用XW-VG7300之前请检查连接头，避免松动；
XW-VG7300机壳不属于防水设计，应避免在雨中使用或浸泡；
数据电源线缆应定期检查，防止扭结。

安全

用户在使用XW-VG7300之前，请详细阅读本手册，熟悉产品用法和使用限制；
XW-VG7300与其他设备连接时应注意电源隔离，以免产生对本产品的干扰；
设备如发生故障，请及时与厂家联系。擅自拆开设备将失去质量保证。

技术支持

无论您是否购买了我们的产品，我们都欢迎您随时联系我们的技术人员，我们将为您提供热忱、及时、周到的服务，我们的联系方式如下：

北京星网宇达科技开发有限公司
地 址：北京市海淀区远大路金源时代商务中心2号楼A座12D
邮 编：100097
总 机：010-88893232
信 箱：info@3dgps.com.cn